

прибор учета, теплоизоляция, энергия, энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, вторичные энергоресурсы и другие. Можно поделить на команды и действовать, как описано выше, или предоставить студенту возможность «объяснять» термин перед всей группой, чтобы распознавать термин могли все одноклассники. Таким образом, процесс изучения становится интересным студентам и заставляет их разбираться в понятиях, «пропуская их через себя», что позволяет им свободно оперировать понятиями в дальнейшем.

Применение интерактивных способов обучения возможно для множества дисциплин, не только в университете, но и в других учебных заведениях, например в школах.

#### *Библиографический список*

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. History of the Piatnik [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://piatnikcardgames.co.uk/content/uk/en/unternehmen/geschichte.php>.

### **ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТЕПЛОВИЗИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТУННЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА КИРПИЧА ЗАО «НОРСКИЙ КЕРАМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

*Цветкова М.С., Никитин А.С., Лопатина М.В., Гнездов Е.Н.  
Ивановский государственный энергетический университет  
E-mail: tevp@tvp.ispu.ru*

На ЗАО «Норский керамический завод» (г. Ярославль) были выполнены работы по обследованию туннельной печи линии «В». Целью теплотехнологического обследования печи было измерение основных параметров ее работы и составление теплового баланса.

Для данной печи уравнение тепловой баланса имеет вид:

$$Q_{\text{тл}} + Q_{\text{оп}} + Q_{\text{ф}} + Q'_{\text{к}} + Q'_{\text{в}} + Q_{\text{вз}} = \\ = Q''_{\text{к}} + Q_{\text{изв}} + Q_{\text{исп}} + Q''_{\text{в}} + Q_{\text{пов}} + Q_{\text{ух}} + Q_{\text{вг}} + Q_{\text{неучт}}, \text{ [кВт]},$$

где: приходные статьи:  $Q_{\text{тл}}$ ,  $Q_{\text{оп}}$ ,  $Q_{\text{ф}}$ ,  $Q'_{\text{к}}$ ,  $Q'_{\text{в}}$ ,  $Q_{\text{вз}}$  – соответственно теплота горения топлива и горения опилок, тепло топлива физическое, тепло загружаемых изделий, тепло, вносимое вагонетками и тепло воздуха, идущего на горение;

расходные статьи:  $Q''_{\text{к}}$ ,  $Q_{\text{изв}}$ ,  $Q_{\text{исп}}$ ,  $Q''_{\text{в}}$ ,  $Q_{\text{пов}}$ ,  $Q_{\text{ух}}$ ,  $Q_{\text{вг}}$ ,  $Q_{\text{неучт}}$  – соответственно потери тепла с керамическими изделиями, расход тепла на разложение известняка, расход тепла на испарение и нагрев влаги, потери тепла с выходящими вагонетками, потери тепла наружными поверхностями печи, потери тепла с уходящими газами, выход тепла с горячим воздухом, направляемым на сушку.

На рис. 1 дана схема Санкея теплового баланса печи линии «В», где для сравнения в скобках приведены числа по печи линии «С». По рисунку видно, что в приходной части 90,0 % (80,5 %) тепла получается при горении природного газа. В расходных статьях теплового баланса расход тепла с горячим воздухом 9,9 % (25,8 %), потери тепла с уходящими газами 37,5 % (34,6 %), теплопотери через кладку печи 17,1 % (19,2).

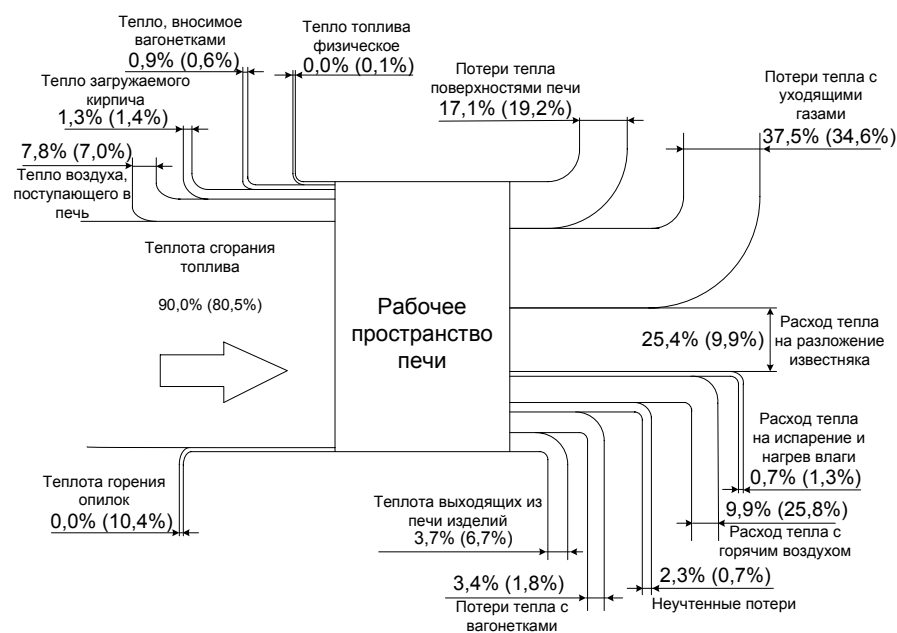


Рис. 1. Схема Санкея теплового баланса печи линии «В» («С»)

Проведенные теплотехнологические обследования туннельной печи имели ряд особенностей.

Первая особенность – это детальное измерение теплотерь в окружающую среду наружной поверхностью кладки печи. Для этого кладку печи разбивали на 14 участков. Было выделено по 3 участка на боковых поверхностях печи, на своде и на нижней поверхности, находящихся в печи вагонеток. Отдельными участками являлись поверхности тамбуров на входе и выходе печи. По результатам расчетов и измерений наибольшие потери тепла происходили через свод печи и через под печи в зонах обжига и охлаждения кирпича.

Второй особенностью было измерение величины всех газовых потоков. Они измерялись в местах возможного поступления или отбора газовых сред с учетом подсосов через неплотности. Было выявлено, что велики подсосы в зоне нагрева кирпича или в дымовом тракте от печи до дымососа, а также что существенная часть ( $\approx 20\%$ ) воздуха после охлаждения кирпича уходит, вероятно, в зону обжига.

Третья особенность заключается в том, что были измерены в контрольном канале температуры: низа вагонеток, подшипников колес и воздуха на разной высоте. По результатам этих измерений был построен график, на котором видно, что температура колес не превышает  $108\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Это хороший результат для эксплуатации подшипников колес. Но обеспечивается он большим по расходу и малым по скорости потоком воздуха в контрольном канале.

Четвертой особенностью является обследование наружных поверхностей ограждений печи с помощью тепловизора IRISYS 1011.

Было сделано около 80-ти пар тепловизионных и фотографических снимков. В центре тепловизионного снимка (рис. 2) находится пятно с аномально высокой температурой. Это место на фотоснимке обозначено лазерным целеуказателем. В этом месте находится ровная стена без конструктивных элемен-

тов, поэтому, возможно, что аномально перегретый участок соответствует внутреннему разрушению кладки.



Рис. 2. Фотографическое и тепловизионное изображение участка боковой стены

Анализ результатов тепловизионного обследования стен и свода печи позволил:

а) выявить места с аномально повышенными температурами (невидимые снаружи разрушения

внутренних слоев кладки);

б) количественно оценить уровень аномальных температурных полей и увидеть их в сравнении с обычными фотографическими снимками.

*Выводы:*

1. Разработана методика теплотехнологических обследований туннельных печей для обжига керамических изделий.

2. Выявлены направления экономии энергоресурсов. Основными являются:

- уменьшение потерь тепла с уходящими газами;
- снижение теплопотерь через ограждения печи. Это может обеспечить экономию топлива 25...30 %.

*Библиографический список*

1. Гнездов Е.Н., Марченко Ю.И., Гущина А.В., Кузьмина Е.Г., Медведева Н.В. Мониторинг температурного поля в сушилке керамических изделий // Строительные материалы. 2008. № 4. С. 39-41.

2. Гнездов Е.Н., Марченко Ю.И., Пережигин Е.А. Разработка и внедрение измерительно-регистрирующего комплекса для мониторинга процесса сушки керамических изделий // Строительные материалы. 2007. № 2. С. 74 -75.

## **ОПЫТ ТРЕХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ ОБЪЕКТОВ НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА MODEL STUDIO CS ОРУ В ОАО «ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГЕТИКИ УРАЛА»**

*Чернышова Б. А.*

*ОАО «Инженерный центр энергетики Урала», УрФУ  
biruta@bk.ru*

Развитие современной энергетики в последние годы набирает высокие темпы. Меняются основные принципы проектирования, требования к проектной и рабочей документации, увеличивается заинтересованность заказчика в сжатии сроков, а также стоимости работ по проектированию и строительству электросетевых объектов. Всё это и многое другое приводит к повышенной конкуренции среди проектных организаций.